

## Fahrzeugfahrwerk

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Fahrzeugfahrwerk nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein derartiges Fahrzeugfahrwerk ist z. B. aus der DE 10101694C1 bekannt. Hierbei ist der Antrieb, mit dem der Federteller axial verstellt werden kann, als Gewindespindel ausgebildet. Die Gewindespindel ist dabei zwischen einer Spindelmutter, welche als Rotor eines elektromagnetischen Antriebs ausgebildet ist und durch einen ringförmigen Stator bei dessen Beaufschlagung mit Strom rotatorisch bewegt wird, und einem Federteller mit einem dem Gewinde der Spindelmutter entsprechenden Außengewinde ausgebildet. Die Gewichtskraft des Fahrzeuges lastet auf dem Federteller und wird über diesen in die Gewindespindel eingeleitet, die wiederum ein Drehmoment auf die Spindelmutter ausübt. Dies erfolgt auch im Ruhezustand des Fahrzeugfahrwerks, in dem sich der Federteller in der sogenannten Konstruktionslage befindet. Dadurch wirkt durch die Gewichtskraft des Fahrzeugs auf die Spindelmutter ein permanentes Drehmoment ein, welches die Spindelmutter verdrehen und somit den Federteller verstellen würde, wenn ihm nicht entgegen gewirkt wird. Daher muss im Ruhezustand der Verstellantrieb mit einem permanenten Haltestrom beaufschlagt werden, der groß genug ist, um dem durch die Gewichtskraft des Fahrzeuges auf die Gewindespindel ausgeübten Drehmoment entgegenzuwirken und den Federteller in seiner Ruheposition (Konstruktionslage) zu halten.

Zwar wäre es theoretisch möglich, die Gewindespindel derartig selbsthemmend auszubilden, dass die Gewichtskraft des Fahrzeuges eine Selbsthemmung in der Gewindespindel erzeugt. Auf diese Weise könnte auf die permanente Erzeugung eines auf die

Spindelmutter wirkenden Drehmomentes, welches dem durch die Gewichtskraft des Fahrzeugs auf die Gewindespindel einwirkenden Drehmoment entgegenwirkt, verzichtet werden. In der Praxis kann eine solche selbsthemmende Gewindespindel allerdings nicht realisiert werden, weil dann der Wirkungsgrad des Spindeltriebes zu gering wäre. Außerdem wäre ein Antrieb mit größerer Leistung erforderlich, um die gleiche Verstellleistung wie bei einem Spindeltrieb mit einem besseren Wirkungsgrad zu erhalten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Fahrzeugfahrwerk nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 derartig weiterzubilden, dass auf die permanente Einleitung von Energie (z.B. in Form eines Haltestroms) in den Verstellantrieb des Federtellers, insbesondere auch während des Ruhezustandes des Fahrzeugfahrwerks, verzichtet werden kann, so dass der Energieaufwand verringert wird. Dabei soll ebenfalls sichergestellt werden, dass die axiale Bauhöhe des Fahrzeugfahrwerks möglichst gering ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Fahrzeugfahrwerk gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 dadurch gelöst, dass mindestens ein zwischen dem Fahrzeugaufbau und dem Federteller wirksamer Kraftspeicher vorgesehen ist, der die Gewichtskraft des Fahrzeugs aufnimmt.

Durch die erfindungsgemäße Aufnahme der Gewichtskraft des Fahrzeuges durch den Kraftspeicher wird erreicht, dass ein hinsichtlich seines Wirkungsgrades optimiertes Getriebe, wie z. B. ein Spindeltrieb ohne Selbsthemmungseigenschaften oder ein Planetenwälzgetriebe, verwendet werden kann, ohne dass im Ruhezustand des Fahrwerks Energie (Haltestrom) in den Verstellantrieb eingeleitet werden muss, um den Federteller in der vorgesehenen Ruheposition (Konstruktionslage) zu halten. Dadurch, dass der Kraftspeicher die Gewichtskraft des Fahrzeugs in der Konstruktionslage aufnimmt, wird das Getriebe (z.B. ein Spindeltrieb) von dieser Gewichtskraft entlastet. Diese Entlastung führt dazu, dass der Federteller in der Konstruktionslage (Ruhezustand des Fahrwerks) im Wesentlichen kraftfrei ist, denn auf den Federteller wirken zwei betragsmäßig gleich große und entgegengesetzt gerichtete Kräfte ein, die aus der Gewichtskraft des Fahrzeugs resultieren. Diese gleich großen, entgegengesetzt

gerichteten Kräfte werden einerseits von der Aufbaufeder, andererseits von dem Kraftspeicher auf den Federteller übertragen. Dadurch befindet sich der Federteller in Konstruktionslage in einem Kräftegleichgewicht, sodass bei Stillstand oder ungestörter Geradeausfahrt des Kraftfahrzeugs kein Haltestrom erforderlich ist, mit dem der Federteller in der vorgesehenen Ruheposition gehalten wird.

Das Getriebe ist vorzugsweise als Spindeltrieb ausgeführt. Auf diese Weise lässt sich ein platzsparender und verlässlicher Stellantrieb für den Federteller realisieren. Hinsichtlich seiner Gewindesteigung kann der Spindeltrieb so ausgelegt werden, dass er einen optimalen Wirkungsgrad aufweist.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Kraftspeicher als Feder ausgebildet. Unterschiedliche Federbauweisen können hierbei zum Einsatz kommen. So ist es beispielsweise möglich, den Kraftspeicher als konische Wendelfeder auszubilden. Eine solche konische Wendelfeder wird unter Druckvorspannung derartig in das Fahrzeugfahrwerk integriert, dass sie zwischen dem Fahrzeugaufbau und dem Federteller verspannt ist und wirksam wird. An ihrer einen Seite stützt sich die konische Wendelfeder gegen den Fahrzeugaufbau ab, während sie sich auf der anderen Seite gegen den Federteller abstützt. Die Feder ist dabei so dimensioniert und ausgelegt, dass sie die Gewichtskraft des Fahrzeugaufbaus aufnimmt und dabei um ein bestimmtes vorgegebenes Maß zusammengedrückt wird. Die Verwendung einer konischen Wendelfeder hat den Vorteil, dass insbesondere die axiale Bauhöhe des Fahrwerks gering gehalten werden kann, weil sich die Wendeln dieser Feder bei Zusammendrücken ineinanderschieben. Derartige Federn weisen daher ein sehr geringes Blockmaß auf.

In einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist der als Feder ausgebildete Kraftspeicher durch eine Zugfeder gebildet. Diese Zugfeder ist in Konstruktionslage unter Zugspannung zwischen dem Fahrzeugaufbau und dem Federteller verspannt. Auch bei dieser Variante ist die Zugfeder so dimensioniert und ausgelegt, dass sie die Gewichtskraft des Fahrzeugaufbaus aufnimmt.

Zwar kann die Zugfeder als Einzelfeder ausgeführt sein, doch ist es ebenso möglich, die Gewichtskraft des Fahrzeugs durch mehrere Einzelzugfedern aufzunehmen, die über dem Umfang des Federtellers verteilt angeordnet sind.

In der Praxis hat es sich bewährt, als Antriebseinheit für die Verstellung des Federtellers einen elektromagnetischen Antrieb und einen von diesem angetriebenen Spindeltrieb zu verwenden. Der Antrieb umfasst einen ringförmigen Stator, der die Wicklungen einer elektromagnetischen Spule trägt, und einen Rotor, der ebenfalls ringförmig ausgebildet ist und von dem Stator zumindest teilweise umschlossen wird. In bekannter Weise übt der Stator, wenn er mit einem Strom beaufschlagt wird, ein Drehmoment auf den Rotor aus. Der ringförmige Rotor ist als Spindelmutter ausgebildet, d.h. er weist an seiner inneren Ringfläche Wälzkörper auf, die mit einem entsprechenden Außengewinde des Federtellers zusammenwirken, sodass ein Spindeltrieb (Kugelrollspindel) realisiert wird. Das Außengewinde kann vorteilhaft auf der Mantelfläche eines zylindrischen, sich in axialer Richtung erstreckenden Fortsatzes des Federtellers aufgebracht sein.

Vorteilhaft ist der Kraftspeicher, der die Gewichtskraft des Fahrzeugs aufnimmt, innerhalb eines Gehäuses angeordnet. Dabei stützt sich das Gehäuse mit seinem einen Ende gegenüber dem Fahrzeugaufbau ab, während es sich mit seinem anderen Ende direkt oder indirekt gegen den Federteller abstützt. Die Kolbenstange des Schwingungsdämpfers ist dabei über ein Dämpferlager mit dem sich am Fahrzeugaufbau abstützenden Gehäuseende verbunden. Bei einer derartigen eingehausten Anordnung des Kraftspeichers ist dieser, ebenso wie die Antriebseinheit, vor Verschmutzung und Spritzwasser geschützt, so dass eine erhöhte Funktionssicherheit der Anordnung erreicht wird.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Im Einzelnen zeigen

Fig. 1: eine erste Ausführungsform der Erfindung, bei der der Kraftspeicher als konische Wendelfeder ausgebildet ist.

Fig. 2: die Ausführungsform gemäß Fig. 1, wobei sich der Federteller in einer maximalen Verstellposition befindet.

Fig. 3: eine zweite Ausführungsform der Erfindung, bei der der Kraftspeicher durch mehrere Einzelzugfedern gebildet ist.

In Figur 1 ist ein Teil eines Fahrzeugfahrwerks dargestellt. Das Fahrzeugfahrwerk umfasst einen Schwingungsdämpfer 7 mit einem Dämpferrohr 7b und einer Kolbenstange 6. An der Kolbenstange 6 ist eine Kolbenstangenverlängerung 9 vorgesehen, die fest mit dem Gehäuse 10 verbunden ist. Die Kolbenstangenverlängerung 9 ist an den Fahrzeugaufbau angebunden. Sowohl der Schwingungsdämpfer 7 als auch die Kolbenstange 6 verlaufen zumindest bereichsweise innerhalb der Aufbaufeder 8, die als Wendelfeder ausgebildet ist. Die Aufbaufeder 8 ist in ihrem oberen Bereich von einem hülsenförmigen Federteller 2 umschlossen. Der Federteller 2 weist kopfseitig einen Boden B auf, der eine im Inneren des hülsenförmigen Federtellers 2 angeordnete innere Oberfläche und eine dieser gegenüberliegende äußere Oberfläche aufweist. Auf der inneren Oberfläche des Bodens B stützt sich das obere Ende der Aufbaufeder 8 ab. Auf der äußeren Oberfläche des Bodens B stützt sich dagegen mit ihrem einen Ende die als konische Wendelfeder ausgebildete Entlastungsfeder 1 ab, die sich mit ihrem anderen Ende wiederum an einer Innenfläche eines über die Kolbenstangenverlängerung 9 mit dem Fahrzeugaufbau verbundenen Gehäuses 10 abstützt.

Als Antrieb ist ein Stator 5 vorgesehen, der als elektromagnetische Spule ausgebildet ist. Dieser ringförmige Stator 5 umschließt einen als Spindelmutter ausgebildeten Rotor 4, welcher den Rotor des elektromagnetischen Antriebs bildet. Der Rotor 4 ist gegenüber dem Stator 5 über Kugellager 11 verdrehbar gelagert. Die zylindrische Innenfläche des Rotors 4 weist ein Innengewinde auf, so dass der Rotor 4 als Spindelmutter verwendbar ist. Auf dem Außenmantel des zylindrischen, sich in axialer Richtung erstreckenden Abschnitts des hülsenförmigen Federtellers 2 ist ein Außengewinde vorhanden, welches mit den (nicht dargestellten) Wälzkörpern der Spindelmutter 4 korrespondiert. Auf diese Weise bildet die Spindelmutter 4 mit dem Federteller 2 einen Spindeltrieb.

Das Gehäuse 10 stützt sich mit seinem in Fig. 1 oberen Ende gegenüber dem Fahrzeugaufbau ab, während es sich mit seinem in Fig. 1 unteren Ende an dem Stator 5 und damit indirekt am Federteller abstützt. Im Ruhezustand des Fahrzeugs bzw. bei ruhiger Geradeausfahrt wirkt die Gewichtskraft des Fahrzeugaufbaus über das Gehäuse 10 direkt auf die Entlastungsfeder 1, welche diese Gewichtskraft aufnimmt. Hierfür ist die Entlastungsfeder 1 entsprechend dimensioniert und ausgelegt.

Über die Entlastungsfeder 1 wird diese Gewichtskraft auf den Federteller 2 übertragen. Gegen den Federteller 2 stützt sich auf der der Entlastungsfeder gegenüber liegenden Seite die Aufbaufeder 8 mit ihrem oberen Ende ab, die sich wiederum mit ihrem unteren Ende gegen den fest mit dem Schwingungsdämpferrohr 7b verbundenen Federteller 12 abstützt. Die Aufbaufeder 8 nimmt somit in der Ruhelage (Konstruktionslage) ebenfalls die Gewichtskraft des Fahrzeugs auf. Auf diese Weise wirken in der Konstruktionslage auf den Federteller 2 zwei gleich große und entgegengesetzt gerichtete Kräfte ein, nämlich einerseits die Druckkraft der Entlastungsfeder 1 (die vom Fahrzeugaufbau weg gerichtet wirkt) und andererseits die der Aufbaufeder 8 (die zum Fahrzeugaufbau hin gerichtet wirkt). Hinsichtlich ihres Betrages sind diese Kräfte gleich groß. Dadurch wird der Federteller 2 in der Konstruktionslage in einem Kräftegleichgewicht gehalten. In dieser Lage wirkt keine ein Verstellmoment auf den Rotor 4 hervorrufende Kraft auf den Spindeltrieb ein, sodass es nicht erforderlich ist, einen Haltestrom in die Antriebseinheit 4, 5 einzuleiten, mit dem der Federteller in der Konstruktionslage gehalten wird. Somit kommt das erfindungsgemäße Fahrwerk mit einem geringeren Energieaufwand aus als die aus dem Stand der Technik bekannten Fahrwerke, bei denen ein entsprechender Haltestrom erforderlich ist.

Ausgehend von der Konstruktionslage (Ruhelage) kann die Spindelmutter 4 nun durch Beaufschlagung des Stators 5 mit Strom verdreht werden, sodass der Spindeltrieb wirksam wird. Dieser verstellt dann den Federteller in gewünschter und an sich bekannter Weise.

Fig. 2 zeigt das Fahrwerk gemäß Fi. 1 in einer gegenüber Fig. 1 anderen Verstellposition des Federtellers 2. In Fig. 2 ist der Federteller 2 in seine äußerste

Verstellposition verfahren, wobei die Entlastungsfeder 1 maximal zusammengedrückt ist. Die einzelnen Wendeln der als konische Wendelfeder ausgebildeten Entlastungsfeder 1 sind in dieser Position ineinander geschoben, sodass das Blockmaß dieser Feder dem einfachen Drahtdurchmesser entspricht. Durch diese Bauweise wird eine besonders geringe axiale Bauhöhe der verstellbaren Federbeinanordnung und damit des Gesamtsystems des Fahrwerks erreicht.

Die erfindungsgemäßen aktiven Federbeinanordnungen beanspruchen nur eine geringfügig größere axiale Bauhöhe als passive Federbeinanordnungen. Mit der Erfindung wird es möglich, vorhandene passive Federbeine (d.h. also mit nicht verstellbaren Federtellern ausgestattete Federbeine) ohne weitere Umbaumaßnahmen durch aktive elektromechanische Federbeine zu ersetzen. Dadurch können z.B. Pkw mit herkömmlichen nichtaktiven Fahrwerken nachträglich entsprechend mit aktiven Fahrwerken ausgerüstet werden.

In Fig. 3 ist eine andere Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Bei dieser Ausführungsform wird die Entlastungsfeder 1 durch mehrere Zugfedern gebildet, welche entlang des Umfangs des Federtellers 2 verteilt angeordnet sind. Mit ihrem einen Ende sind die Zugfedern an dem der Kolbenstange 6 des Schwingungsdämpfers 7 abgewandten Ende des Gehäuses 10 befestigt, während sie mit ihrem anderen Ende an einem Kragen 2a des Federtellers 2 angebunden sind.

Auch bei dieser Ausführungsform ist die Kolbenstange 6 über ein Dämpferlager mit dem Gehäuse 10 verbunden. Über die Kolbenstange 6 wirkt die Gewichtskraft des Fahrzeugaufbaus auf das Gehäuse 10 ein, sodass diese Gewichtskraft über das Gehäuse 10 in die Zugfedern eingeleitet wird. Die Zugfedern sind dabei so dimensioniert und ausgelegt, dass sie diese Gewichtskraft aufnehmen.

Die Zugfedern übertragen diese Gewichtskraft auf den Federteller 2. Dadurch wirkt auf den Federteller 2 eine vom Fahrzeugaufbau weg gerichtete Kraft, die über den Federteller 2 in die Aufbaufeder 8 eingeleitet wird. Die Aufbaufeder 8 ist genauso angeordnet, wie dies vorstehend bereits zu Fig. 1 beschrieben wurde. Von der Aufbaufeder 8 wird eine zum Fahrzeugaufbau hin gerichtete Kraft übertragen, die den

gleichen Betrag hat wie die Resultierende der von den einzelnen Zugfedern auf den Federteller 2 einwirkenden Kräfte. Da somit die auf den Federteller 2 einwirkenden Kräfte wiederum betragsmäßig gleich groß und entgegengesetzt gerichtet sind, wird der Federteller 2 in Konstruktionslage in einem Kräftegleichgewicht gehalten. Wie bereits zu Fig. 1 erläutert wird in diesem Zustand keine Kraft in dem Spindeltrieb wirksam, die auf den Rotor 4 ein Drehmoment übertragen würde. Daher kann auch bei dieser Ausführungsform auf das Einleiten eines Haltestroms verzichtet werden.

Es versteht sich, dass die erfindungsgemäße Lehre bei allen Federbeinen mit verstellbarem Federteller eingesetzt werden kann, bei denen die Antriebseinheit zum Verstellen des Federtellers so gestaltet ist, dass die Gewichtskraft des Fahrzeugaufbaus in der Konstruktionslage eine Kraft oder ein Drehmoment erzeugt, welche bzw. welches eine Verstellung des Federtellers bewirken würde und bei denen daher Energie (z.B. in Form eines Haltestroms) aufgewendet werden muss, um dieser unerwünschten Verstellung entgegen zu wirken. Insoweit sind die in den Figuren der Ausführungsbeispiele dargestellten, durch Innen- und Außengewinde gebildeten Spindeltriebe nur als Beispiele anzusehen. Das Getriebe könnte z.B. auch als Kugelrollspindel ausgebildet sein. Ebenso kann das Getriebe als Planetenwälzgetriebe ausgebildet sein. Auch sind andere elektromechanische oder hydraulische Antriebe als Verstellantrieb denkbar. Auch bei diesen Verstellantrieben kann die erfindungsgemäße Lehre erfolgreich eingesetzt werden.



**Bezugszeichenliste**

1	Entlastungsfeder
2	Federteller
2a	Kragen
3	Dämpferanschlag
4	Rotor, Spindelmutter
5	Stator
6	Kolbenstange
7	Schwingungsdämpfer
7b	Dämpferrohr
8	Aufbaufeder
9	Kolbenstangenverlängerung
10	Gehäuse
11	Kugellager
12	Federteller
B	Boden
G	Getriebe

## Patentansprüche

1. Fahrzeugfahrwerk mit einem Federträger zur Abstützung einer zwischen zwei Federtellern (2, 12) verspannten Aufbaufeder (8) und einem eine Kolbenstange (6) und ein Dämpferrohr (7b) aufweisenden Schwingungsdämpfer (7), bei dem ein Bereich der Kolbenstange (6) und/oder des Dämpferrohres (7b) innerhalb der Aufbaufeder (8) angeordnet ist, wobei mindestens ein Federteller (2) mittels einer einen Antrieb (4, 5) und ein Getriebe (G) umfassenden Antriebseinheit axial verstellbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein zwischen dem Fahrzeugaufbau und dem Federteller (2) wirksamer Kraftspeicher (1) vorgesehen ist, der die Gewichtskraft des Fahrzeugs aufnimmt.
2. Fahrzeugfahrwerk nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Getriebe (G) als Spindeltrieb ausgebildet ist.
3. Fahrzeugfahrwerk nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kraftspeicher (1) als Feder ausgebildet ist.
4. Fahrzeugfahrwerk nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Feder (1) eine konische Wendelfeder ist, die unter Druckvorspannung zwischen dem Fahrzeugbau und dem Federteller (2) verspannt ist.
5. Fahrzeugfahrwerk nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Feder (1) eine Zugfeder ist, die unter Zugvorspannung zwischen dem Fahrzeugaufbau und dem Federteller (2) verspannt ist.
6. Fahrzeugfahrwerk nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zugfeder mehrere auf dem Umfang des Federtellers (2) verteilt angeordnete Einzelzugfedern umfasst.
7. Fahrzeugfahrwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Antrieb (4, 5) ein elektromagnetischer Antrieb ist, der einen ringförmigen

Stator (5) und einen von diesem zumindest teilweise umschlossenen ringförmigen Rotor (4) umfasst.

8. Fahrzeugfahrwerk nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rotor (4) als Spindelmutter ausgebildet ist, die an ihrer inneren Ringfläche ein Innengewinde aufweist, welches mit einem an einem zylindrischen Fortsatz des Federtellers (2) vorhandenen Außengewinde zur Bildung des Spindeltriebes zusammenwirkt.
9. Fahrzeugfahrwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kraftspeicher (3) innerhalb eines Gehäuses (10) angeordnet ist, wobei das Gehäuse (10) sich mit seinem einen Ende am Fahrzeugaufbau und mit seinem anderen Ende am Stator (5) abstützt.